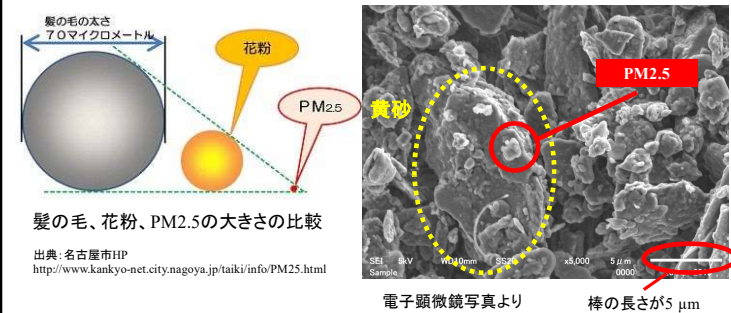


光化学スモッグ注意報発令日における PM2.5高濃度現象の解析

環境科学室
池盛文数

微小粒子状物質 (PM2.5 : Particulate Matter 2.5)とは

○大気中に浮遊している $2.5\mu\text{m}$ ($1\mu\text{m}$ は 1mm の千分の1)以下の小さな粒子
従来から環境基準を定めて対策を進めてきた浮遊粒子状物質(SPM: $10\mu\text{m}$ 以下の粒子)よりも小さな粒子



健康影響と環境基準

粗大粒子

7.0 μm 以上

4.7~7.0 μm

3.3~4.7 μm

2.1~3.3 μm

1.1~2.1 μm

0.65~1.1 μm

微小粒子

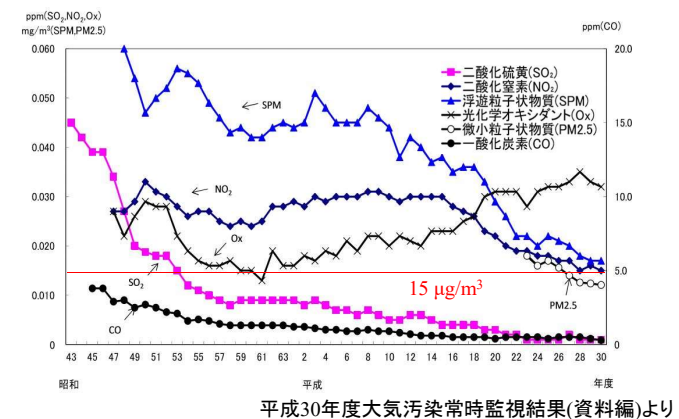
OPM2.5の環境基準 (2009.9.9告示)

1年平均値が $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であり、かつ、1日平均値が $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であること
二酸化硫黄、二酸化窒素、光化学オキシダントなどととも大気中濃度を監視

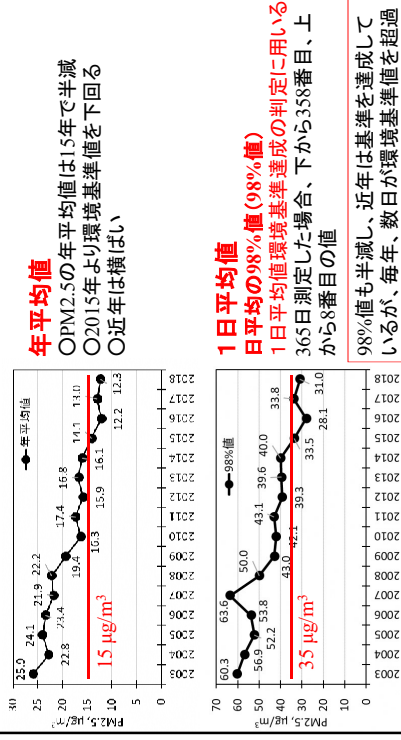
小さい粒子は肺胞にまで到達する

PM2.5は健康へのリスクが大きい

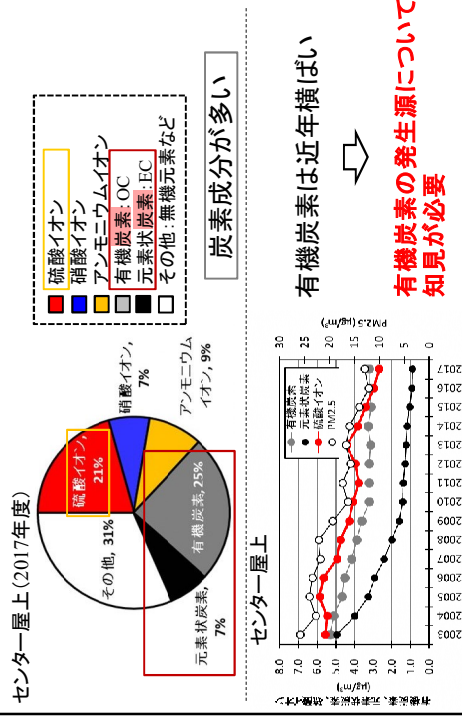
名古屋市における大気汚染物質の推移 (全市年平均値)



環境科学調査センター屋上における PM2.5の経年変化



PM2.5の主要成分組成



有機炭素 (Organic carbon: OC) とは？

有機物 (Organic matter) に含まれる炭素 (Carbon) のこと

有機物とは？

炭素を主な成分とする物質 (例外: 二酸化炭素 (CO₂) など)



有機炭素の発生源について

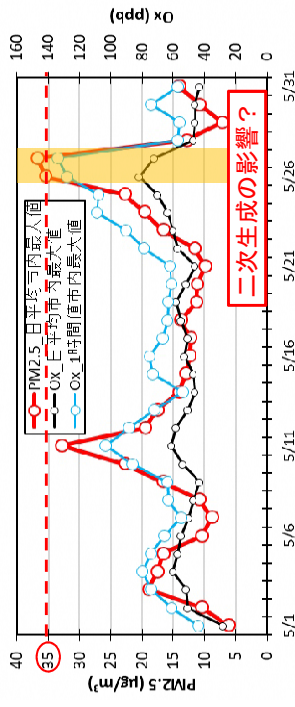
一次排出の有機物 (有機炭素)
 (直接排出された粒子)



有機炭素の発生源について



2019年5月における市内のPM2.5、 光化学オキシダント(Ox)の測定値



PM2.5は日平均環境基準値 → 26日(1地点)、27日(3地点)で超過(速報値)
26日、27日は名古屋市内に光化学スモッグ注意報が発令(7年ぶり)

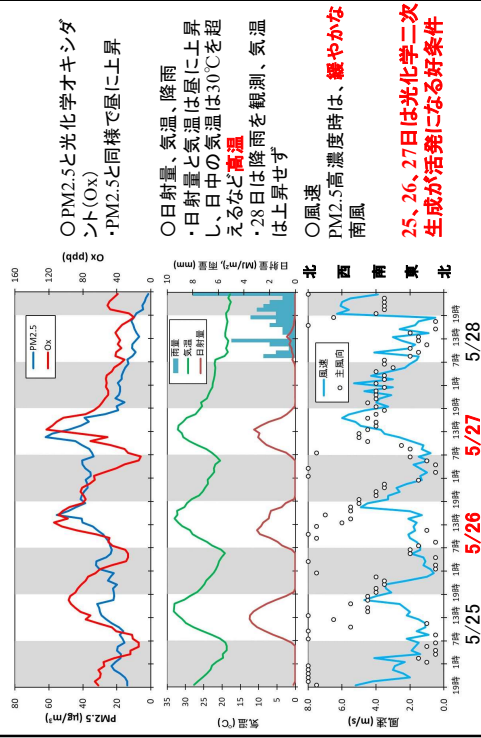
※光化学スモッグ注意報: 光化学オキシダント濃度の1時間値が120 ppb以上かつ
気象条件などからみて今後その状態が継続すると考えられる場合に発令する。

**光化学スモッグ注意報発令日におけるPM2.5高濃度事例について
有機炭素の二次生成に着目した解析結果を発表**

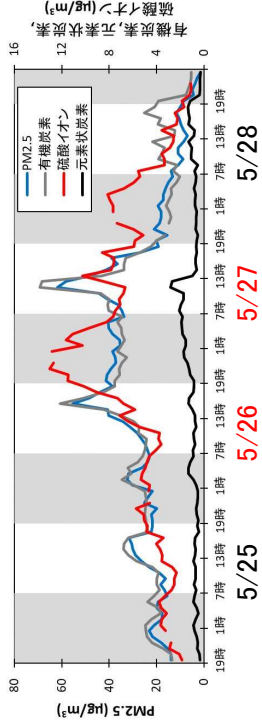
PM2.5のサンプリングと成分測定



PM2.5とガス状大気汚染物質の時間変動



PM2.5、有機炭素、元素状炭素、 硫酸イオンの時間変動



- 1、PM2.5と有機炭素の時間変動がほぼ一致、26、27日の昼にPM2.5高濃度ピーク
- 2、硫酸イオンはPM2.5の変動と異なっていた。

⇒ 有機炭素(二次?)がPM2.5の高濃度化に寄与している可能性

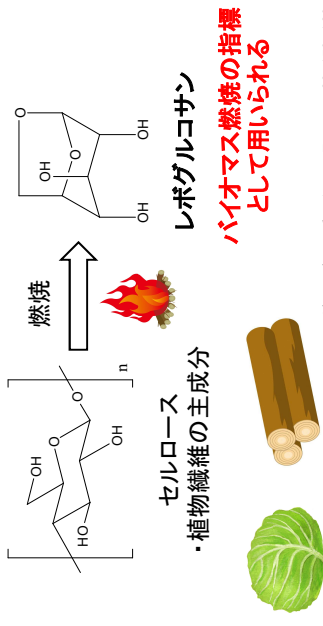
有機炭素の二次生成の影響について、詳細な検討が必要
→ 発生源指標(有機トレーサー成分)の高時間分解測定

測定を行った有機トレーサー成分の例

フタル酸 2,3-ジヒドロキシ-4-オキソペンタン酸 人為起源(漆、塗料、自動車等) VOCの二次生成の指標	3-メチルグルタチオン 針葉樹(スギ等)由来VOCの二次生成物の指標
レボグルコサン マンノサン バイオマス燃焼の指標	2-メチルエリスリトール 広葉樹(ブナ等)由来VOCの二次生成の指標
テレフタル酸 プラスチック燃焼の指標	

有機トレーサー成分とは

特定の発生源から、排出される有機物を有機トレーサー成分という



Simoneit, et al., Atmos. Environ., 33, 173-182 (1999)

有機トレーサー成分分析

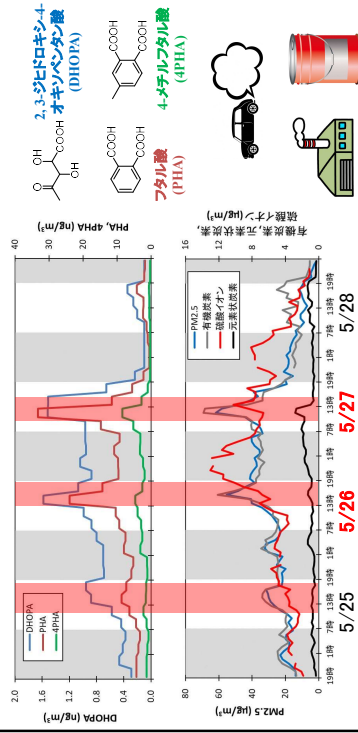
PM712 (紀本電子工業)
抽出液をN₂吹き付けで濃縮・乾固し、シリル化
GC-MS分析 (有機トレーサーの分析)
GC: Agilent 7890
MS: Agilent 5975

添加した内標準物質
 Malonic acid ¹³C₆, Succinic acid d₆, Pentanedioic acid d₆,
 Ketopinic acid, Vanillin d₆, Phthalic acid d₆, Levoglucosan ¹³C₆,
 Palmitic acid d₃₁, Mannitol d₆, Tetracosan d₃₀, Cholesterol d₆,
 4-Nitrophenol d₆, 3-Nitroalkylidene acid d₆,
 3-Methyl-4-nitrophenol d₆ 計14種

添加回収実験 (B1ろ紙に標準物質の溶液を添加)
 → 良好な回収率 (80-120%)

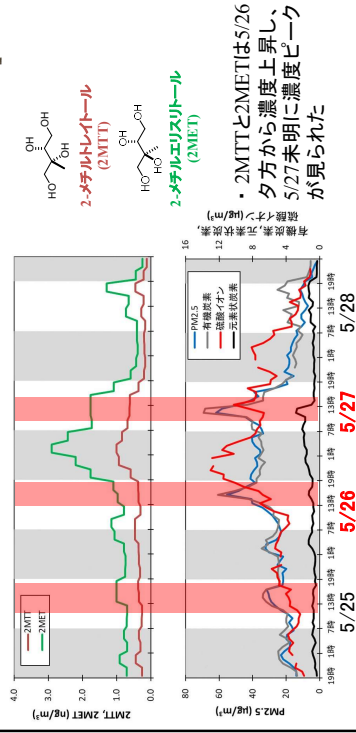
池澤ら、大気環境学会誌, 52, 118-128, (2017)を一部改定

人為起源VOC(塗装、溶剤、自動車等)の 二次生成指標物質の時間変動



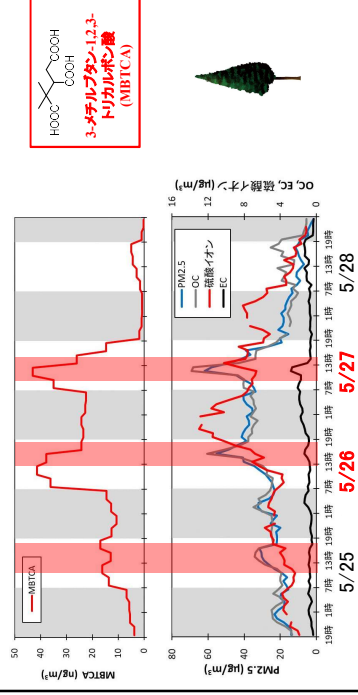
有機炭素、PM2.5と同様で日中に濃度ピークが見られた
→人為起源二次生成粒子の影響が示唆される

広葉樹(ブナ等)由来の 二次生成指標物質の時間変動



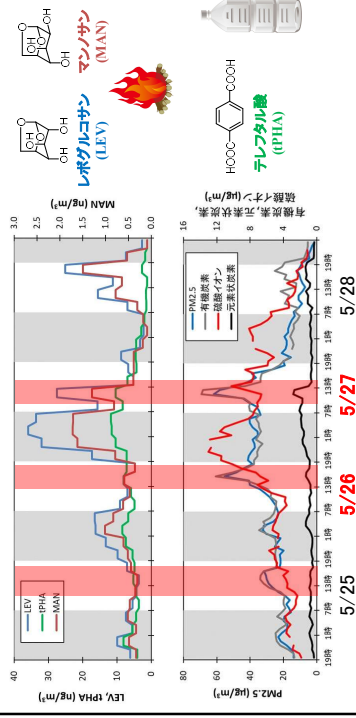
有機炭素、PM2.5と濃度変動が一致せず
→広葉樹(ブナ等)由来の二次生成の影響は小さいと考えられる

針葉樹(スギ等)由来VOCの 二次生成指標物質の時間変動



有機炭素、PM2.5と同様で日中に濃度ピークが見られた
→針葉樹(スギ等)由来二次生成粒子の影響が示唆される

バイオマス燃焼とプラスチック燃焼の 指標物質の時間変動



5/27の濃度上昇以外は、PM2.5、有機炭素の濃度変動と一致せず
→バイオマス燃焼とプラスチック燃焼の寄与は限定的だと考えられる

夏の観測結果（2016年の日平均最高値）との比較

○本研究の結果を日平均値にして比較した
人為起源VOC（塗装、溶剤、自動車等）の二次生成

	DHOPA	PHA	4PHA
2019年5月26日/2016年夏の最高値	0.93	1.2	1.6
2019年5月27日/2016年夏の最高値	0.81	1.2	1.8

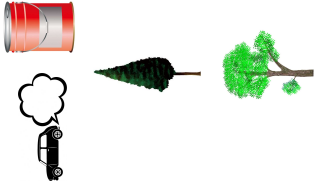
針葉樹（スギ等）由来VOCの二次生成

	MBTCA
2019年5月26日/2016年夏の最高値	1.7
2019年5月27日/2016年夏の最高値	1.3

広葉樹（ブナ等）由来VOCの二次生成

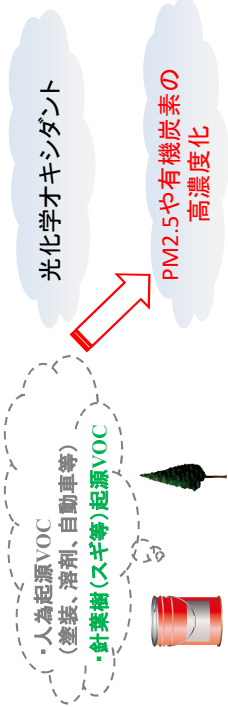
	2MTT	2MET
2019年5月26日/2016年夏の最高値	0.14	0.11
2019年5月27日/2016年夏の最高値	0.16	0.15

人為起源と針葉樹由来VOCの二次生成トリーサー成分は、2016年の夏の最高値と比較しても高濃度であった。
人為起源と針葉樹由来VOCの二次生成が非常に活発



まとめ

- 2019年5月26、27日は光化学スモッグ注意報（名古屋では7年ぶり）が発令され、PM2.5一日平均の環境基準値を超過した。
- この期間、有機炭素とPM2.5の変動は一致しており、日中に高濃度であったことから大気中二次生成の影響が考えられた。
- 人為起源VOC（塗装、溶剤、自動車等）および針葉樹起源VOC（スギ等）の二次生成の有機トリーサーがPM2.5や有機炭素の変動と一致し、日中に高濃度を示した。
- 人為起源や針葉樹起源VOCの二次粒子が、PM2.5や有機炭素の高濃度化に寄与したと考えられる。



謝辞

- ・本研究は国立環境研究所と地方環境研究所によるⅡ型共同研究（光化学オキシダントおよびPM2.5汚染の地域的・気象的要因の解明）により実施した。